



М.А. АГЕЕВ

УТИЛИЗАЦИЯ БУМАЖНОЙ И КАРТОННОЙ УПАКОВКИ

Екатеринбург
2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра химии древесины и технологии целлюлозно-бумажного производства

М.А. АГЕЕВ

УТИЛИЗАЦИЯ БУМАЖНОЙ И КАРТОННОЙ УПАКОВКИ

Методические указания к практическим и лабораторным работам
по курсу «Утилизация упаковки»
для студентов очной и заочной форм обучения
направления подготовки бакалавров
261700 – Технология полиграфического и упаковочного производства

Екатеринбург
2012

Электронный архив УГЛТУ

Печатается по рекомендации методической комиссии факультета ИЭФ. Протокол № 2 от 26 октября 2011 г.

Рецензент – зав. кафедрой ХТД канд. техн. наук Ю.Л. Юрьев

Редактор Р.В. Сайгина
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

Подписано в печать 16.10.12		Поз. 70
Печать плоская	Формат 60x84 1/16	Тираж 50 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,16	Цена 6 р. 80 к.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Введение

Картонная и бумажная тара и упаковка – это один из стабильно растущих сегментов на рынке упаковки. Действительно, ведь это словосочетание подразумевает многообразие различных упаковок, начиная с индивидуальной (коробки для шоколадных конфет, печенья, пачки сигарет) и заканчивая транспортной упаковкой (картонные коробки, ящики).

Сегодня, во время социально-этического, индивидуализированного маркетинга, когда большое внимание уделяется не только качеству товара, но и качеству упаковки товара, ее дизайну, эргономичности, экологической чистоте, информативности и т.д., спрос на качественную потребительскую и транспортную картонную тару среди отечественных производителей интенсивно растет. Тем более что картон и бумага являются наиболее распространенными упаковочными материалами как в нашей стране, так и во многих европейских странах. Например, в Германии доля картонной и бумажной тары среди упаковочных материалов составляла в 1995 году около 40%, в России в 1998 году – около 38%. В настоящее время эта доля возросла до 60–65 %.

Картонная и бумажная тара и упаковка получили широкое распространение не только в силу удобства их использования (например бумажный пакет хорошо держит форму и поэтому удобен для затаривания), но и в силу своей экологичности. Бумажная и картонная тара и упаковка производятся из экологически чистых полуфабрикатов – целлюлозы, древесной массы, т.е. из полуфабрикатов, полученных из древесного сырья. Кроме того, бумажная и картонная тара после использования становятся отходами бумаги и картона, т.е. – макулатурой, и могут быть повторно переработаны для производства различных видов бумаги, картона и других изделий.

Таким образом, бумажная и картонная тара и упаковка после своего использования становятся макулатурой которая в настоящее время является одним из важнейших источников сырья для целлюлозно-бумажной промышленности.

1. Требования, предъявляемые к макулатуре как сырью для повторной переработки

Вся макулатура согласно ГОСТ 10700-97 [1] (таблица) разделяется на группы:

- группа А – высокого качества;
- группа Б – среднего качества;
- группа В – низкого качества.

Марки макулатуры и их состав

Группа	Марка	Состав
А	МС – 1А	Отходы производства белой бумаги (кроме газетной); бумага для печати, писчая, чертежная, рисовальная; основа светочувствительной бумаги и другие виды белой бумаги
	МС – 2А	Отходы производства всех видов белой бумаги в виде обрезков с линовкой и черно-белой или цветной полосой; бумага для печати, писчая, диаграммная, рисовальная
	МС – 3А	Отходы производства бумаги из сульфатной небеленой целлюлозы: упаковочной, шпагатной, электроизоляционной, патронной, мешочной, основы абразивной, основы для клеевой ленты; а также перфокарты, бумажный шпагат; отходы производства электроизоляционного картона
	МС – 4А	Использованные мешки из бумаги не стойкой к влаге (без битумной пропитки, прослойки и армированных слоев)
Б	МС – 5Б	Отходы производства и потребления гофрированного картона, бумаги и картона, применяемых в его производстве
	МС – 6Б	Отходы производства и потребления картона всех видов (кроме электроизоляционного, кровельного и обувного) с черно-белой и цветной печатью
	МС – 7Б	Использованные книги, журналы, брошюры, проспекты, каталоги, блокноты, тетради, записные книжки, плакаты и другие виды продукции полиграфической промышленности и бумажно-беловых товаров с однокрасочной и цветной печатью без переплетов, обложек и корешков, изданные на белой бумаге
В	МС – 8В	Отходы производства и потребления газет и газетной бумаги
	МС – 9В	Бумажные гильзы, шпули (без стержней и пробок), втулки (без покрытия и пропитки)
	МС – 10В	Литые изделия из бумажной массы
	МС – 13В	Отходы производства и потребления различных видов картона, белой и цветной бумаги (кроме черного и коричневого цветов), обложечной, светочувствительной, в том числе запечатанной на аппаратах множительной техники, афишной, обойной, паечной, шпульной и др.

Макулатура не должна содержать бумагу и картон, не пригодные для переработки: бумагу и картон, покрытые полиэтиленом и другими полимерными плёнками, лаками, смолами, тканями, фольгой, парафинированные, битумированные, промасленные, гуммированные, металлизированные, пропитанные химическими веществами, с сургучом, наждачную, прелую и горелую бумагу и картон, фибру, мешки из под сажи, проклеенные термопластическим клеем корешки книг. Макулатура не должна содержать бумагу и картон, собранные в лечебных и зооветеринарных учреждениях,

на мусорных свалках, в мусоропроводах и на предприятиях, производящих и потребляющих ядовитые вещества. Макулатура не должна содержать следующие включения: тряпье, верёвку, шпагат из лубяных волокон и полимеров, металлические и деревянные изделия, кусочки стекла и керамики, камень, уголь, слюду, целлофан, целлулоид, полимерные материалы в виде изделий (плёнок, гранул), пенопласт, искусственную и натуральную кожу, клеёнку, битум, парафин, остатки химических и минеральных веществ и красок в мешках и коробках, асбестовые и другие уплотнители, остатки продовольственных продуктов, смазочных материалов, табак и табачные изделия, кость и нитки. Влажность макулатуры всех марок должна быть не более 15%.

Из таблицы видно, что бумажная и картонная тара и упаковка может быть отнесена к следующим маркам макулатуры: МС-3А, МС-4А, МС-5Б, МС-10В.

2. Технология подготовки бумажной массы из картонной и бумажной тары (макулатуры) с целью повторного использования

Основной целью переработки макулатуры является получение волокнистой массы, которую целесообразно использовать в композиции бумаги и картона, максимально замещая первичные волокнистые полуфабрикаты: целлюлозу или механическую древесную массу.

Основной задачей процесса переработки макулатуры является удаление из макулатурной массы загрязнений как можно ранее по технологическому потоку, при максимальном восстановлении её бумагообразующих свойств.

В настоящее время макулатурная масса в значительных количествах или полностью заменила различные виды первичных полуфабрикатов в композиции бумаги-основы для гофрирования и прочих видов бумаги и картона. По этой причине к качеству и чистоте волокна макулатурной массы предъявляются высокие требования.

Под качеством макулатурной массы понимают её бумагообразующие свойства: показатели механической прочности и белизну.

Понятие чистоты макулатурной массы включает оптические, химические, коллоидные, микробиологические и технологические свойства, в том числе наличие липких веществ.

Макулатурная масса по сравнению с первичной массой, состоящей из свежих полуфабрикатов, характеризуется повышенной сорностью и ороговевшим состоянием поверхности волокон, обусловленных процессом сушки при производстве бумаги и картона.

При сушке на бумагоделательной или картоноделательной машине (БДМ или КДМ) между целлюлозными микрофибриллами возникают связи, которые не разрушаются при разволокнении бумаги в процессе

переработки макулатуры. Повторно используемые волокна становятся жесткими, плохо набухают в процессе производства бумаги, что приводит к уменьшению межволоконных сил связи и понижению показателей механической прочности бумажного и картонного полотна [2].

Технология переработки макулатуры значительно сложнее, чем первичной массы, вследствие того, что макулатура как вторичное волокнистое сырье представляет собой смесь различных полуфабрикатов, которые содержат определенное количество примесей и других нежелательных компонентов [3]:

- различные добавки, используемые в процессе производства бумаги, такие как наполнители, красители, компоненты покрытий и другие функциональные и технологические вещества;
- вещества, используемые при переработке бумажно-картонной продукции, такие как краски, покрытия, ламинаты, проклеивающие вещества и т.д.;
- материалы, попадающие в бумажно-картонную продукцию во время ее использования и в процессе сбора вторичного сырья, например, проволока, веревки, плёнки, песок, камни, скрепки, зажимы и т.д.

Развитие и формирование бумагообразующих свойств макулатурной массы должно осуществляться за счет разработки новой и совершенствования существующей технологий при использовании вновь создаваемого оборудования на разных этапах ее переработки [4].

Все это должно производиться при снижении удельного расхода энергии (УРЭ), пара, свежей воды, отходов и потерь волокна.

Не существует оптимальной технологической схемы переработки макулатуры. При проектировании и выборе технологической схемы переработки макулатуры следует руководствоваться следующим:

- видом перерабатываемой макулатуры и требуемым качеством макулатурной массы;
- желаемой степенью гибкости (флексibility) технологии;
- готовностью предприятия к капитальным затратам и эксплуатационным расходам;
- степенью допускаемого предприятием финансового риска.

Волокнистый состав макулатуры оказывает значительное влияние на эффективность процессов её переработки и качество макулатурной массы. Возрастают требования к системам (установкам, линиям) по переработке макулатуры, отдельные операции которых – разволокнение, сортирование, очистка, сгущение, удаление краски, отбелка, обработка оборотной воды и осадка – следует рассматривать как единое целое.

Таким образом, процесс переработки (облагораживания) макулатуры – это совокупность технологических операций для придания вторичным волокнам определенных бумагообразующих свойств, при максимальном удалении нежелательных составляющих макулатурной массы: загрязнений

и примесей органического и неорганического характера. Облагораживание макулатуры – это комплексный процесс переработки вторичного сырья в волокнистый полуфабрикат, в ходе которого неуклонно происходит восстановление, формирование и развитие его бумагообразующих свойств [2].

Процесс переработки макулатуры – облагораживание – состоит из четырёх стадий (рис. 1) [2], [6]:

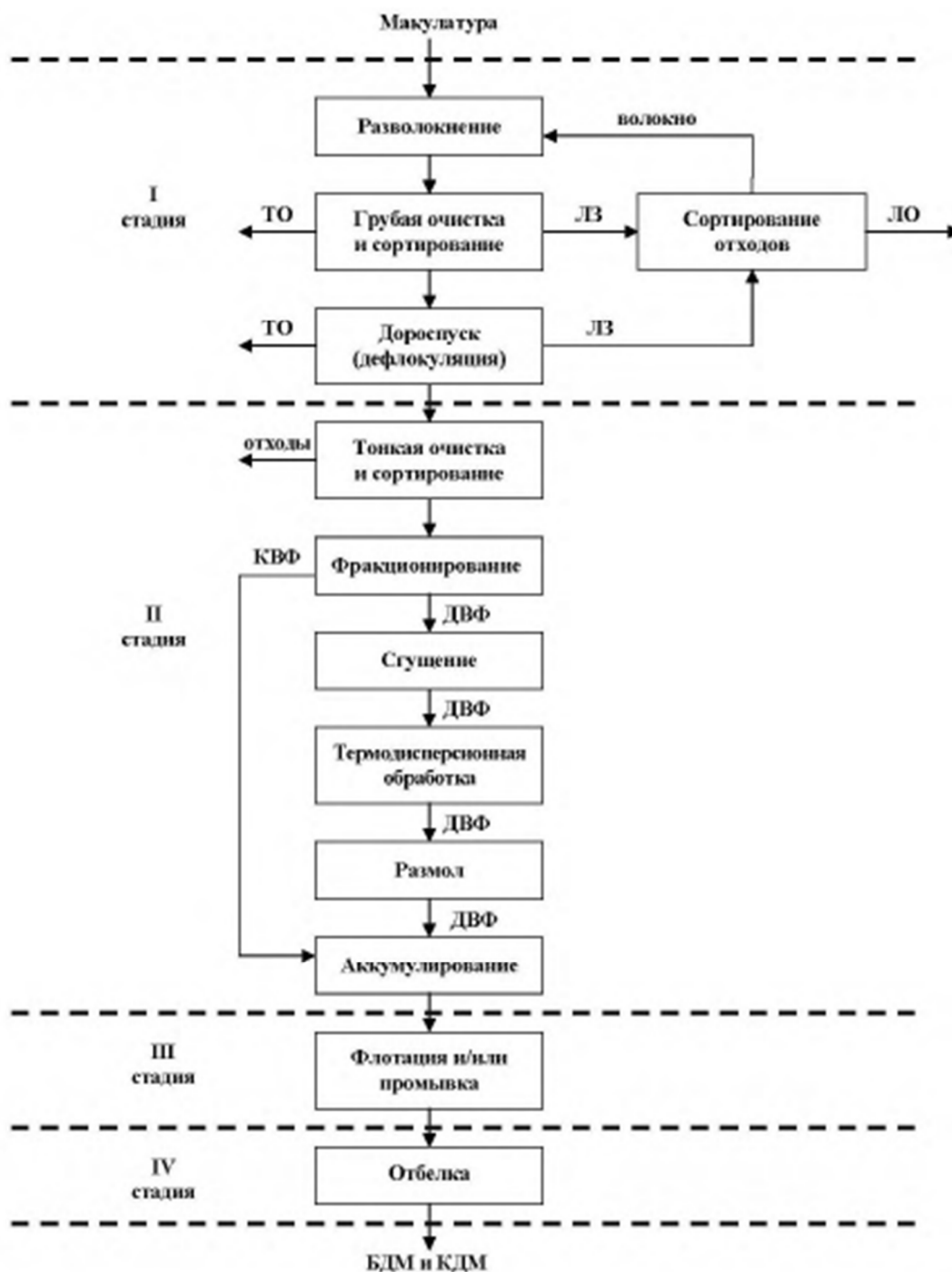


Рис. 1. Блок-схема переработки макулатуры: ТО – тяжелые отходы; ЛО – легкие отходы; ЛЗ – легкие загрязнения; КВФ – коротковолокнистая фракция; ДВФ – длиноволокнистая фракция

I стадия – разволокнение (ропуск) макулатуры, грубая очистка, грубое сортирование и дополнительное разволокнение макулатурной массы.

Данная стадия позволяет в определенной степени восстановить бумагообразующие свойства волокон макулатуры и получить волокнистый полуфабрикат, который может быть использован в композиции гладких слоёв картона (без нанесения печати) и бумаги для гофрирования, так называемого флютинга.

II стадия – тонкая очистка, сортирование, промывка и фракционирование макулатурной массы, её дополнительный размол и/или диспергирование.

У волокон макулатурной массы, полученной после 2-й стадии, в достаточной степени сформированы и развиты бумагообразующие свойства, что позволяет использовать её при производстве гладких слоёв картона с нанесением печати на его поверхность. Следует отметить, что использование в качестве исходного материала высококачественной макулатуры даёт возможность получения в две ступени волокнистого полуфабриката, который может быть использован в композиции тетрадной, обоевой, санитарно-гигиенической и других видов бумаги. Например, применение в качестве макулатуры упаковок пищевых продуктов типа Tetrapak, изготовленных из сульфатной белёной целлюлозы, позволяет полученную после двух ступеней переработки макулатурную массу использовать в белёном гладком слое картона типа топ-лайнер. При этом следует учитывать, что около 30% такой макулатуры составляют полиэтиленовая плёнка и другие липкие загрязнения, которые необходимо отделить и направить на переработку.

Первые две стадии переработки макулатуры следует отнести к механическому облагораживанию, так как на этих стадиях переработка макулатуры в волокнистую массу осуществляется с использованием таких механических операций, как разволокнение, очистка, сортирование, фракционирование, размол, диспергирование.

III стадия – удаление из макулатурной массы типографской краски путём флотации и/или промывки, которая носит название деинкинг (deinking).

IV стадия – отбелка или обесцвечивание макулатурной массы.

Третья и четвертая стадии значительно повышают белизну макулатурной массы, но она не достигает белизны первичных полуфабрикатов. 3-ю и 4-ю стадии переработки макулатуры можно условно квалифицировать как химическое облагораживание макулатурной массы, подчёркивая, что при проведении данных стадий используются химические реагенты. На 3-й и 4-й стадиях переработки макулатуры волокна макулатурной массы заметно улучшают бумагообразующие свойства: наряду с повышением белизны в определённой степени увеличиваются показатели механической прочности.

Следует отметить, что практическая реализация 3-й и 4-й стадий переработки макулатуры (деинкинг и отбелка) сложные и дорогостоящие процессы, это обусловлено следующими факторами:

- высокой стоимостью оборудования и химикатов;
- достаточно сложной технологией;
- необходимостью создания инфраструктуры для хранения, подготовки и дозирования химикатов;
- значительным повышением загрязнённости производственной воды, а, следовательно, затрат на её очистку и на экологичную ликвидацию отходов;
- значительным снижением выхода макулатурной массы (до 50–70%) по отношению к поступающему вторичному сырью.

Для малых предприятий, при объёме переработки макулатуры до 100 т/сут, применение 3-й и 4-й стадий в технологическом процессе переработки макулатурной массы следует признать экономически нецелесообразным [5].

2.1. Разволокнение макулатуры

Разволокнение (ропуск) макулатуры – технологическая операция, при которой вторичное сырьё – макулатура в кипах – превращается в высококонцентрированную суспензию – волокнистую массу, способную к транспортировке (перекачке) центробежными (массными) насосами.

Для разволокнения макулатуры применяются гидроразбиватели (рис. 2), имеющие сита с круглыми отверстиями или щелями, через которые проходит волокнистая суспензия при удалении всех видов грубых загрязнений, задерживаемых на ситах.

Принцип действия гидроразбивателей основан на том, что вращающийся ротор приводит в интенсивное турбулентное движение содержимое ванны и отбрасывает его к периферии, где волокнистый материал, ударяясь о неподвижные ножи, установленные на переходе между днищем и корпусом гидроразбивателя, разбивается на кусочки, пучки и отдельные волокна. Вода с материалом, проходя вдоль стенок ванны гидроразбивателя, постепенно теряет скорость и опять засасывается в центр гидравлической воронки, образуемой ротором. Благодаря такой интенсивной циркуляции происходит разволокнение материала на волокна.

Для интенсификации этого процесса на внутренней стенке ванны устанавливают специальные планки, о которые масса, ударяясь, подвергается дополнительно высокочастотным колебаниям, что также способствует её разволокнению. Получаемая при этом волокнистая суспензия удаляется через кольцевое сито, расположенное вокруг ротора.

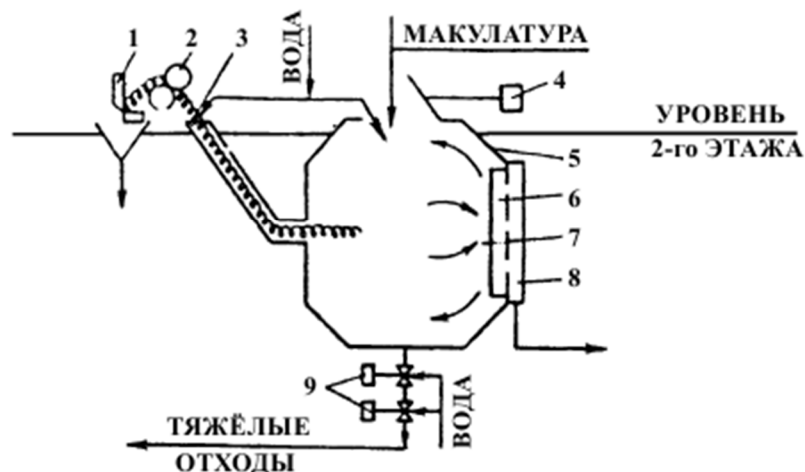


Рис. 2. Гидроразбиватель сортирующий: 1 – механизм рубки жгута; 2 – механизм жгутовываскивателя; 3 – жгут; 4 – привод крышки гидроразбивателя; 5 – ванна гидроразбивателя; 6 – ротор; 7 – сортирующее сито; 8 – камера отсортированной массы; 9 – привод задвижек грязесборника [5]

Концентрация волокнистой суспензии составляет 2,5–5,0 %, при непрерывном режиме работы гидроразбивателя, и 3,5–6,5 % – при периодическом.

В нижней части ванны находится сборник загрязнений, предназначенный для улавливания крупных и тяжелых включений, которые из него периодически (через 1–4 ч) удаляются. Сборник загрязнений имеет запорные задвижки и линию подачи воды для промывки отходов.

С помощью жгутовываскивателя из ванны работающего гидроразбивателя непрерывно удаляют посторонние включения, способные по своим размерам и свойствам закручиваться в жгут (веревки, тряпье, проволока, упаковочная лента, полимерные пленки больших размеров и пр.). Для образования жгута вначале необходимо в специальный трубопровод, подведенный к ванне гидроразбивателя с противоположной стороны ротора, опустить кусок колючей проволоки или веревки таким образом, чтобы один ее конец погрузился на 150–200 мм ниже уровня массы в ванне гидроразбивателя, а другой – зажать между тянущим барабаном и прижимным роликом жгутовываскивателя. Для удобства транспортировки образующегося жгута он подвергается резке специальным дисковым механизмом, установленным непосредственно за жгутовываскивателем.

При разволокнении макулатуры уже в гидроразбивателе начинается ступенчатая очистка массы от тяжелых и легких включений. При этом

мелкие тяжелые включения в виде песка, скрепок, скобок и пр., удаляются вместе с разволокненной массой. Наличие их в макулатурной массе, подвергающейся последующей обработке, приводит к порче оборудования или быстрому износу деталей.

Таким образом, разволокнение макулатуры происходит за счёт:

- гидродинамической силы при низкой интенсивности воздействия на волокна, не позволяющей разволокнять макулатуру с повышенной прочностью во влажном состоянии;
- трения между ротором и волокнами и статором (ситом) при наиболее интенсивном воздействии на волокна, происходящем в зазоре между ротором и статором (ситом) при средней концентрации;
- трения между волокнами, происходящего во всём объёме гидроразбивателя при разволокнении макулатуры, прежде всего, при высокой концентрации массы, позволяющей производить данную операцию с использованием химических реактивов.

2.2. Грубая (предварительная) очистка и сортирование макулатурной массы

Задачей данных операций является удаление из макулатурной массы крупных включений при дальнейшем разволокнении кусочков бумаги и пучков волокон.

Удаление тяжелых включений производится на вихревых очистителях, остальных загрязнений – на напорных сортировках (сортировках, работающих под давлением) или в сепараторах.

2.2.1. Вихревые конические очистители

Удаление тяжелых включений на очистителях предотвращает поломку и быстрый износ следующих далее по потоку сортировок и другого оборудования.

Макулатурная масса под избыточным давлением подается в очиститель (рис. 3) по тангенциально расположенному патрубку с небольшим наклоном к горизонтали. Под действием центробежных сил вихревого потока, возникающего при движении массы сверху вниз через конический корпус очистителя, тяжелые посторонние включения отбрасываются к периферии и собираются в грязевике. Очищенная масса сосредотачивается в центральной зоне корпуса и по восходящему потоку, поднимаясь вверх, отводится из очистителя.

В процессе работы очистителя должна быть открыта подача воды в грязевик для промывки отходов и частичного разбавления очищенной массы.

Отходы из сборника грязи удаляются периодически, по мере их накопления. Очистители работают стабильно при концентрации массы в пределах 2–5 %. При повышении концентрации массы более 5 % эффективность её очистки резко снижается.

Перепад давления современных очистителей бывает в пределах не более 50–100 кПа.

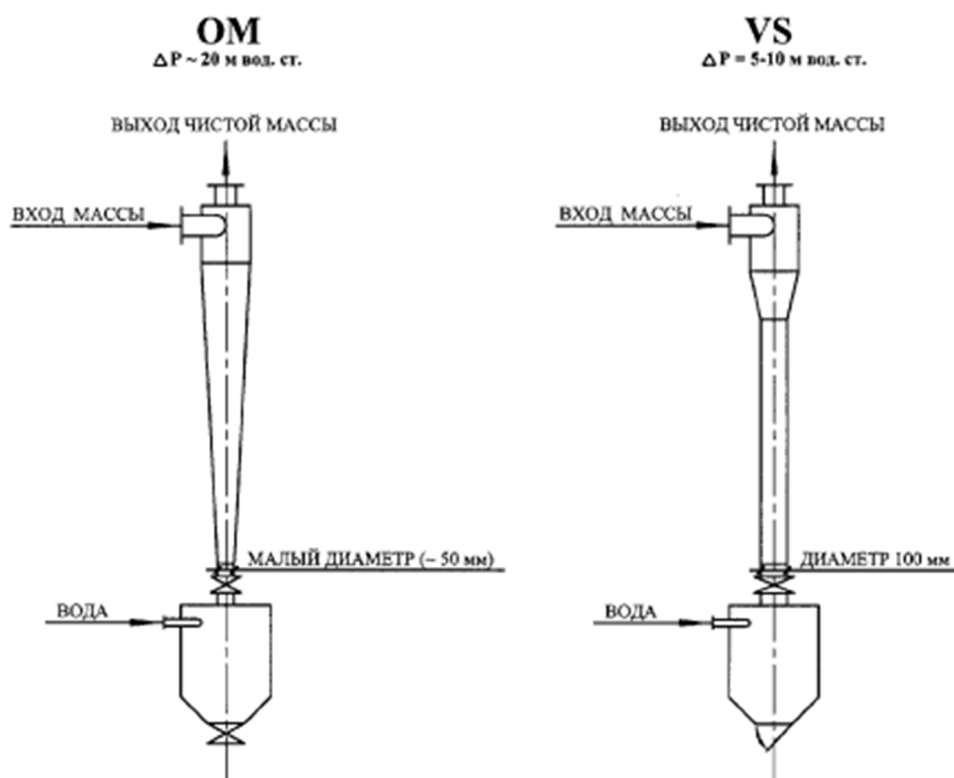


Рис. 3. Вихревые очистители [5]

2.2.2. Сепараторы

Для отделения и окончательного разволокнения пучков волокон, которые в большом количестве содержатся в массе, выходящей из гидроразбивателя через отверстия кольцевых сит, расположенных вокруг ротора в нижней или торцевой частях ванны, используют сепараторы, пульсационные мельницы, энштипперы и кавитаторы.

Наибольшее распространение в настоящее время находят сепараторы, в отличие от напорных сортировок они позволяют одновременно с сортированием макулатурной массы осуществлять её очистку от кусочков пластмассы, пленок, фольги и других посторонних включений и проводить эффективное тонкое разволокнение пучков макулатурной массы (рис. 4).

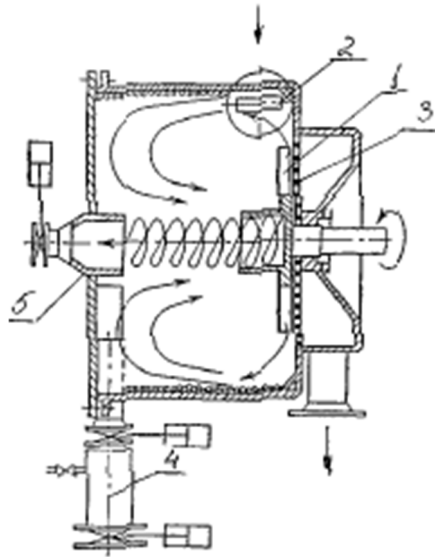


Рис. 4. Сепаратор фирмы «Voigt»: 1 – лопасти ротора; 2 – патрубок входа массы; 3 – сито; 4 – грязевик для сбора отходов; 5 – патрубок отвода легких отходов [6]

Сортирование и разволокнение пучков волокон происходит следующим образом: масса поступает в сепаратор через тангенциально расположенный патрубок 2. В результате вращательного движения лопастей ротора 1 приобретает дополнительную центробежную силу, интенсивность которой возрастает по мере повышения частоты вращения ротора. В результате турбулентного движения массы в сепараторе отделяются включения как по размеру, так и по плотности. Под действием центробежной силы тяжелые примеси отбрасываются к стенке корпуса и стекают вниз к патрубку, который соединен с грязевиком аппарата 4. В следствие радиального перепада давления в сепараторе легкие загрязнения сосредотачиваются и поддерживаются во взвешенном состоянии в центре завихрения, откуда они периодически удаляются через патрубок 5, расположенный в центральной части откидной крышки аппарата.

Разделение пучков волокон на отдельные волокна происходит в пространстве между ситом 3 с круглыми отверстиями и лопастями ротора 1 в результате трения пучков волокон между собой и усилий среза между кромками лопастей и отверстий сита. Очищенная и отсортированная масса, прошедшая через отверстия сита 3 удаляется из камеры, расположенной за ситом, через патрубок.

Диаметр отверстий сит у современных сортировок и сепараторов 1,6–2,5 мм. В сравнении с напорными сортировками, сепараторы оснащены электродвигателями большой мощности, что, с одной стороны увеличивает УРЭ, а с другой стороны, обеспечивает их надёжную эксплуатацию без забивания сита, даже при сортировании грубозволокнённой массы.

2.3. Тонкая очистка и сортирование макулатурной массы

Тонкая очистка и сортирование макулатурной массы производится для отделения оставшихся комочков, пучков волокон и загрязнений, которые протекли через сита сортировок грубого сортирования (1,6–2,5 мм). С этой целью используют вихревые конические очистители и напорные сортировки с различными размерами щелевых сит.

Тонкая очистка предназначена для удаления мелких тяжелых и легких включений. Во-первых, тонкая очистка является необходимой стадией для удаления абразивных материалов (песок, гравий), которые могут вызвать преждевременный износ сит щелевых сортировок и мельниц, расположенных далее по потоку, и ухудшить качество конечной массы. Во-вторых, данная технологическая операция предназначена для отделения материалов с плотностью, большей или меньшей, чем у воды; при этом удаляются тяжёлые и легкие загрязнения, такие как воск, пенопласт, клей и пр.

После тонкой очистки масса поступает в систему тонкого сортирования, оборудованную ситами со шлицами размером 0,15–0,35 мм (рис. 5). Сортирование с использованием щелевого сита безусловно является значительным достижением в технологии сортирования за последние 10 лет.

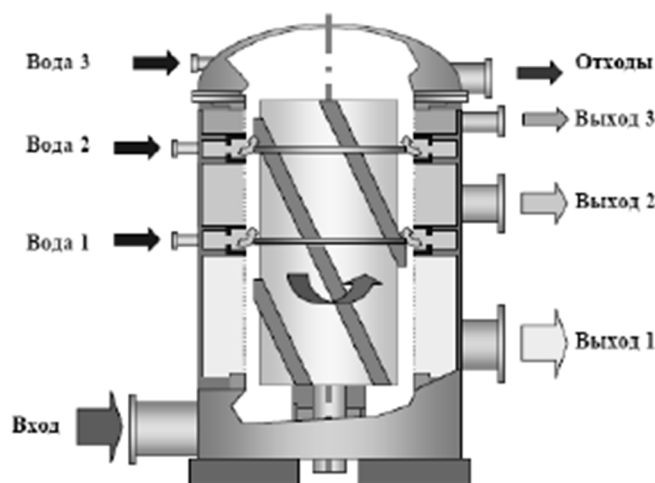


Рис. 5. Схема работы трехзонной щелевой напорной сортировки фирмы «Screen One» [6]

Основной принцип сортирования довольно прост: удаление частиц, размером больше, чем ширина отверстий сита в сортировке. Однако частицы липких включений не всегда имеют стабильную форму. При достаточно жестком режиме сортирования на поверхности сортировочного сита мелкие частицы могут пройти через отверстия сита.

Сортировка (рис. 5) состоит из вертикального цилиндрического корпуса, внутри которого concentрично располагаются ситовая корзина и ротор. Она имеет тангенциально расположенный входной патрубок, патрубки для вывода тяжелых и легких отходов, три патрубка для разбавления отходов сортирования водой и три патрубка для удаления очищенной массы. Движение массы в сортировке направлено снизу вверх. Очищенная масса из нижней зоны направляется на дальнейшую обработку, а отходы после разбавления водой поступают на сортирование в среднюю зону. Отходы сортирования из средней зоны поступают, после разбавления, в верхнюю зону. Очищенная масса из средней и верхней зон возвращается в бассейн массы, а затем вновь сортируется. Отходы от верхней зоны сортирования разбавляются оборотной водой и направляются на обезвоживание и удаление из системы.

2.4. Дополнительный размол и / или диспергирование [5]

Макулатурную массу необходимо подвергать размолу для восстановления её бумагообразующих свойств, чтобы показатели механической прочности макулатурной массы приблизить к соответствующим показателям исходных волокнистых материалов.

Однако в процессе размола неизбежно происходит дальнейшее измельчение волокна и накопление мелкой фракции, что в значительной степени понижает способность массы к обезвоживанию, а также приводит к дополнительному расходу энергии на размол.

В наиболее рациональной схеме подготовки макулатурной массы размолу подвергается только длинноволокнистая фракция, что позволяет на 20 % повысить показатели механической прочности полученных из нее бумаги и картона.

Размол при низкой концентрации (до 5 %) осуществляется при низком УРЭ и повышает показатели механической прочности (на продавливание и сжатие) бумажного полотна из макулатурной массы. Размол массы с высокой концентрацией осуществляется за счет трения волокон друг о друга, что приводит к увеличению показателей прочности на раздирание и излом, прочности во влажном состоянии, удлинению и увеличению динамической прочности бумажного полотна. Однако размол при высокой концентрации массы требует значительного УРЭ. Кроме того, при отливе такой массы наблюдается флокуляция волокон, что приводит к ухудшению просвета, печатных свойств и белизны бумажного полотна. Размол макулатурной массы при высокой концентрации целесообразно осуществлять при содержании в ней целлюлозы из лиственных пород древесины с большим количеством коротких волокон.

2.5. Диспергирование макулатурной массы

Для достижения гомогенности массы необходимо диспергировать неразволокненные фрагменты макулатуры до отдельных волокон. Метод диспергирования основан на том, что при взаимодействии зарядов липких веществ и диспергатора образуются коллоидные частицы, устойчивые к агломерации и отложению. Вторичным эффектом окончательного разволокнения является восстановление пластичности волокон, определяющей их внутреннюю фибриляцию и способность к связеобразованию, обеспечивающих прочность изготавливаемой бумаги.

Необходимо обеспечить фибриллирующий характер размола волокон и по возможности предотвратить уменьшение их длины. При подобном диспергировании массы все посторонние включения измельчаются до незначительных размеров, в том числе оставшиеся на волокнах частицы печатной краски, удаляемые впоследствии флотацией или промывкой. Для диспергирования применяются холодные и термические диспергаторы (ТДУ).

Холодные диспергаторы предназначены для полного разволокнения макулатурной массы после сортирования и сгущения – перед её возможным размолом или применяются для окончательного разволокнения пучков макулатуры перед последним сгущением отходов тонкого сортирования с целью минимизации потери волокон с отходами тонкого сортирования.

Диспергаторы имеют название холодные – так как работают при нормальной температуре массы (без подогрева). В принципе – это обыкновенные дисковые мельницы, оснащённые специальной гарнитурой (для диспергации), работают при такой же концентрации (4–6 %), как дисковые мельницы для фибриляционного размола.

3. Особенности технологии переработки макулатуры с содержанием липких загрязнений

При переработке макулатуры, представляющей собой бывшие в употреблении тару и упаковку, в массе неизбежно присутствуют так называемые липкие загрязнения. Липкие (клейкие) загрязнения – stickies – наиболее распространенный вид загрязнений макулатуры, оказывающий негативное влияние на все ступени технологического процесса ее переработки и дальнейшее производство бумажно-картонной продукции.

Наличие липких загрязнений – явление общее для всех потоков, перерабатывающих макулатуру. Обычно эти загрязняющие вещества стараются удалить из массы, используя специальное оборудование, в том числе щелевые сортировки и очистители.

Липкие загрязнения опасны тем, что накапливаются до критической концентрации и затем неожиданно осаждаются на сетках, сукнах, отсасывающих элементах и сушильных цилиндрах БДМ и КДМ, вызывая обрывы бумажного полотна.

Существует множество механизмов и химических методов, способных удалять вредные липкие загрязнения путем их механического разрушения, химического связывания или уменьшения липкости. При замкнутом водообороте происходит концентрирование липких веществ (примесей). Известны два способа их удаления:

- удаление грубодисперсных включений с помощью эффективного сортирования;
- удаление тонкодисперсных коллоидных включений внутренней очисткой оборотной воды (микрофлотация с использованием реагентов).

С экономической точки зрения выгоднее сосредоточиться на удалении липких включений из волокнистой суспензии при её сортировании. При этом эффективное удаление липких загрязнений может быть достигнуто при использовании различных типов сортировок.

Основными факторами, оказывающими влияние на отделение липких загрязнений при сортировании, являются конструкции сита и ротора. Кроме того, на эффективность сортирования влияют:

- удельная пропускная способность;
- концентрация сортируемой волокнистой суспензии;
- количество отходов, выходящих из сортировки;
- скорость прохождения суспензии через сортировки;
- порядок чередования в системе сортировок при различных концентрациях.

Максимальное удаление липких загрязнений достигается при сортировании суспензии низкой концентрации с использованием на 1-й ступени сортировок, работающих под давлением, с перфорацией сита диаметром 1,4 мм. На последней ступени – с использованием сортировок с щелевыми ситами шириной 0,15 мм. Достижимый эффект сортировок составляет 81 %.

По окончании процессов диспергирования и химической нейтрализации липкие частицы могут в дальнейшем восстановиться или агломерироваться в большие по размеру благодаря их повышенной активности, либо из-за присутствия веществ, выступающих в качестве коллектора.

При использовании химикатов существует возможность их взаимодействия с другими средами и химическими веществами, что приведет к дезактивации частиц.

В связи с ухудшением качества макулатуры и возрастающим объемом ее использования в производстве бумажно-картонных изделий, а также из-за увеличения концентрации липких загрязнений, вносимых в полуфабрикаты и другие материалы, становится необходимым выбор

оборудования по переработке массы, способного максимально удалять липкие включения.

Липкие включения классифицируются по размеру на грубо- и тонкодисперсные. Грубодисперсными являются частицы площадью более $0,04 \text{ мм}^2$ или, если они трехмерны, размером более 100 мкм^3 . Тонкодисперсные частицы имеют площадь или размер соответственно менее $0,04 \text{ мм}^2$ или 100 мкм^3 . Эти частицы могут агломерироваться в грубодисперсные липкие вещества.

5. Лабораторная работа «Утилизация картонной и бумажной тары и упаковки в литые изделия»

Изделия из размолотой макулатурной массы изготавливают на листоотливном аппарате с использованием специальной отливной формы. Основная часть аппарата имеет декельный ящик, шарнирно закрепленный в нижней части. В месте шарнирного соединения установлена перегородка, на которой закрепляется форма в виде коробки, состоящая из двух частей, соединенных болтами. Форма изготовлена из металла и имеет перфорацию в виде круглых отверстий для отвода воды. Снаружи форма покрыта рабочей сеткой № 40.

В рабочем положении декельный ящик опущен на перегородку с закрепленной формой и через резиновую прокладку с помощью защелки плотно прижимается к перегородке. В нерабочем положении декельный ящик откинут. Снизу под перегородкой расположена отсасывающая часть, к которой подведен трубопровод свежей воды. Последний служит для наполнения отливной части аппарата водой. Отсасывающая часть соединена трубопроводами с канализацией и с вакуум насосом через распределительный золотник.

Исходные материалы: Макулатура в виде использованных ящиков из гофрированного картона. Вода.

Оборудование: Лабораторный дезинтегратор; лабораторный ролл, мерная емкость, листоотливной аппарат, сушильный шкаф, весы.

Ход работы: Навеску воздушно-сухой макулатуры массой 40 г предварительно измельчают на кусочки размером 2х2 см и помещают в емкость дезинтегратора, заливают 2 л воды. Емкость с кусочками макулатуры и водой закрепляют в зажимах дезинтегратора. Проводят предварительный роспуск (разволокнение) в течение 5-10 мин до полного разрушения кусочков макулатуры и превращения их в волокнистую массу.

После предварительного разволокнения массу из емкости дезинтегратора переливают в ролл и доводят уровень массы, доливая воду, до указанного уровня. После этого запускают электродвигатель привода барабана ролла и механизмом присадки регулируют процесс размола. Размол ведут до степени помола 35–40 °ШР.

После размола волокнистую суспензию сливают из ролла в предварительно подготовленную емкость.

Отливной аппарат должен быть подготовлен к отливу: декельный ящик, форма и сетка формы промыты свежей водой.

Перед отливом декельный ящик опускают на перегородку с резиновой прокладкой. Закрепив ящик защелкой, заливают по трубе свежую воду до середины высоты декельного ящика. Кран на сточной трубе при этом должен быть закрыт. После этого из размолотой макулатурной массы отмеривают порцию, необходимую для одной отливки.

Отмеренную массу выливают в декельный ящик, хорошо перемешивают специальной мешалкой и открывают кран на сточной трубе. При необходимости обезвоживание можно проводить с помощью вакуум-насоса. Для этого кран на сточной трубе закрывают, золотник устанавливают в положение, соответствующее работе вакуум-насоса, и включают его.

Когда вся вода из декельного ящика стечет, его откидывают, снимают перегородку с формой, с формы осторожно снимают отливку и сушат в сушильном шкафу.

После высушивания получившееся изделие взвешивают на технических весах до 0,1 г, и если масса отливки отличается от необходимой, то объем суспензии для последующих отливок необходимо уменьшить или увеличить и снова изготовить и высушить контрольное изделие.

Расчет композиции изделия

Изделие представляет из себя коробочку, имеющую четыре стороны и основание.

Формование изделия проводят из макулатурной суспензии концентрацией 1 %, при массе изделия 30 г в декельный ящик необходимо залить 3 л суспензии.

В процессе отлива часть волокна теряется – проходит сквозь сетку вместе с водой и остается на перегородке. Поэтому после изготовления пробного изделия необходимо провести корректировку количества макулатурной суспензии, заливаемой в декельный ящик.

Библиографический список

1. ГОСТ 10700-97. Макулатура бумажная и картонная. Технически условия. – Введ. 2003-01-01. – Минск: Изд-во стандартов, 2003. – 8 с.
2. Пузырев С.С., Достал Д. Переработка макулатуры: состояние, проблемы и перспективы // Мир бумаги, 2003. – № 5. – с. 32–35.
3. Recycled Fiberand Deinking, Paper-making Science and Technology // Book 7, Helsinki, Finland: 2000, p. 635.
4. Агеев М.А. Облагораживание макулатуры в производстве бумаги. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. – 254 с.
5. Достал Д. Технология и оборудование для переработки макулатуры. – Литовел: Parcel, 2007. – 101 с.
6. Ванчаков М.В. Технология и оборудование для переработки макулатуры / М.В. Ванчаков, А.В. Кулешов, Г.Н. Коновалова. – СПб.: СПбГТУРП, 2010. – Ч. 1. – 98 с.